บรรณานุกรม

ภาษาไทย

จรัล จันทลักขณา. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.

ศิริลักษณ์ ตีไพบูลย์. "การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อคเมื่อข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อสมมติของการวิเคราะห์ความแปรปรวน." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

เฉลิดพร หัชวณิช. "การเปรียบเทียบวิธีการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรโดยวิธีพาราเมตริกและวิธีนอนพาราเมตริกบางวิธีกับแรงศัทรานฟอร์เมชั่น." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530

ศรัญญา วรรลยางกูร. "การเปรียบเทียบกำลังการทดสอบแบบพาราเมตริก และนอนพาราเมตริกในการเปรียบเทียบเชิงพหุของแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

สุชาดา พงษ์ประดิษฐ. "การศึกษาเปรียบเทียบการทดสอบแบบพาราเมตริกและการทดสอบแบบนอนพาราเมตริกของแผนการทดลองแบบบล็อคไม่สมบูรณ์ที่สมดุลย์ภายใต้ลักษณะการแจกแจงแบบหางยาว." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

ภาษาอังกฤษ

Conover, W.J. Practical Nonparametric Statistics. New York: John Wiley and Sons, 1980.

Cochran, W.G. and Cox, G.M. Experimental Design. New York: John Wiley and Sons, 1957

บรรณานุกรม (ต่อ)

Conover, W.J. and Iman, R.L. "Rank Transformation as a Bridge Between Parametric and Nonparametric Statistics." The American Statistician 35 (1981): 124-132.

Quade, D. "Using Weighted Ranking in the Analysis of Complete Blocks With Additive Block Effects." Journal of the American Statistical Association 74 (1979) : 680-683.

ภาคผนวก

โปรแกรมหลักสำหรับคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และ

อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบแต่ละวิธี

```
/INC OSJE
SYSTEM='OS'
//ZEBA5223      JOB CLASS=N,MSGLEVEL=(1,1),TYPRUN=HOLD
//               EXEC FORTVCLG,TIME=100,GOREGN=2000K
//FORT.SYSIN    DD *
      DIMENSION X(10,10),SRTR(10),SRANGX(10),S(10,10),SS(10),Q(10)
      DIMENSION TREF(10),BKEF(10)
      COMMON IX,NT,NB
      NT=5
      NB=3
      DO 234 KD=1,4
      READ(5,10) (TREF(I),I=1,NT)
   10 FORMAT(5F3.0)
      READ(5,20) (BKEF(J),J=1,NB)
   20 FORMAT(3F3.0)
      SMEAN=0.0
      AMEAN=100.00
      DO 777 KA=1,3
      READ(5,890) VAR
  890 FORMAT(F3.0)
C     DO 555 KB=1,2
      READ(5,70) PC
   70 FORMAT(F4.2)
C     DO 444 KC=1,2
      READ(5,71) IC
   71 FORMAT(I2)
      C=IC
      SD=SQRT(VAR)
      SQ2=SQRT(2.)
      SQ3=SQRT(3.)
      BETAD=SD/SQ2
      BETAL=7.*SQ3*SD/22.
      IX=65539
C     WRITE(6,60)
C  60 FORMAT(10X,'NORMAL POPULATION')
C     WRITE(6,61)
C  61 FORMAT(10X,'LOGISTIC POPULATION')
C     WRITE(6,62)
C  62 FORMAT(10X,'DOUBLE EXPONENTIAL POPULATION')
      WRITE(6,201)
  201 FORMAT(10X,'SCALE CONTAMINATED NORMAL POPULATION')
C     WRITE(6,211)
C 211 FORMAT(10X,'LOG NORMAL POPULATION')
      WRITE(6,202) PC,IC
  202 FORMAT(10X,'PC=',F4.2,5X,'C=',I3/)
      WRITE(6,63) (TREF(I),I=1,NT)
   63 FORMAT(10X,'TREF=',2X,5(F4.0,2X)/)
      WRITE(6,64) (BKEF(J),J=1,NB)
   64 FORMAT(10X,'BKEF=',2X,3(F4.0,2X)/)
      WRITE(6,65) SMEAN,VAR,AMEAN
   65 FORMAT(10X,'MEAN=',F4.0,3X,' VARIANCE=',F6.1,3X,'CONSTANT=',F4.0//)
```

```
      FAND1=0.0
      FAND2=0.0
      FMAN1=0.0
      FMAN2=0.0
      FQU1=0.0
      FQU2=0.0
      FCO1=0.0
      FCO2=0.0
      DO 999 M=1,1000
      DO 50 I=1,NT
      DO 51 J=1,NB
C     CALL LOGIST(SMEAN,BETAL,ERR)
C     CALL NORMA(SMEAN,SD,ERR)
C     CALL DOUBLE(SMEAN,BETAD,ERR)
      CALL SCALE(C,PC,SMEAN,SD,ERR)
C     EE=EXP(ERR)
      X(I,J)=AMEAN+TREF(I)+BKEF(J)+ERR
   51 CONTINUE
   50 CONTINUE
      CALL ANOVA(X,FTR,FBK)
      IF(FTR.GT.3.84) FAND1=FAND1+1.0
      IF(FTR.GT.7.01) FAND2=FAND2+1.0
      CALL FRIE(X,SRTR,FM)
      IF(FM.GT.9.488) FMAN1=FMAN1+1.
      IF(FM.GT.13.277) FMAN2=FMAN2+1.
      CALL QUAD(X,SRANGX,S,Q,FQ)
      IF(FQ.GT.3.84) FQU1=FQU1+1.0
      IF(FQ.GT.7.01) FQU2=FQU2+1.0
      CALL COND(X,FCT,FCB)
      IF(FCT.GT.3.84) FCO1=FCO1+1.0
      IF(FCT.GT.7.01) FCO2=FCO2+1.0
  999 CONTINUE
      AFAND1=FAND1/1000.
      AFAND2=FAND2/1000.
      AFMAN1=FMAN1/1000.
      AFMAN2=FMAN2/1000.
      AFQU1=FQU1/1000.
      AFQU2=FQU2/1000.
      AFCO1=FCO1/1000.
      AFCO2=FCO2/1000.
      WRITE(6,707)
  707 FORMAT(19X,'NO. OF REJECT',T60,'      POWER    '/)
      WRITE(6,99) FAND1,FMAN1,FQU1,FCO1,AFAND1,AFMAN1,AFQU1,AFCO1
   99 FORMAT(2X,'AT 0.05',3X,4(F6.1,2X),T50,4(F6.3,2X)//)
      WRITE(6,717) FAND2,FMAN2,FQU2,FCO2,AFAND2,AFMAN2,AFQU2,AFCO2
  717 FORMAT(2X,'AT 0.01',3X,4(F6.1,2X),T50,4(F6.3,2X)///)
C 444 CONTINUE
C 555 CONTINUE
  777 CONTINUE
  234 CONTINUE
      STOP
      END
```

โปรแกรมย่อยสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน

```
      SUBROUTINE ANOVA(X,FTR,FBK)
      DIMENSION X(10,10),SUMT(10),XJ(10)
      COMMON IX,NT,NB
      G=0.0
      SXIJ2=0.0
      SXI2=0.0
      DO 40 I=1,NT
      SUMT(I)=0.0
      DO 41 J=1,NB
      G=G+X(I,J)
      SXIJ2=SXIJ2+X(I,J)*X(I,J)
      SUMT(I)=SUMT(I)+X(I,J)
   41 CONTINUE
      SXI2=SXI2+SUMT(I)*SUMT(I)
   40 CONTINUE
      CF=(G*G)/(NT*NB)
      SST=SXIJ2-CF
      SSTR=SXI2/NB-CF
      SXJ2=0.0
      DO 43 J=1,NB
      XJ(J)=0.0
      DO 42 I=1,NT
      XJ(J)=XJ(J)+X(I,J)
   42 CONTINUE
      SXJ2=SXJ2+XJ(J)*XJ(J)
   43 CONTINUE
      SSB=SXJ2/NT-CF
      SSE=SST-SSTR-SSB
      IDFTR=NT-1
      IDFB =NB-1
      IDFE =IDFTR*IDFB
      IDFT =NT*NB-1
      DMSTR=SSTR/IDFTR
      DMSB =SSB/IDFB
      DMSE =SSE/IDFE
      FTR=DMSTR/DMSE
      FBK=DMSB/DMSE
      RETURN
      END
```

โปรแกรมย่อยสำหรับคำนวณค่าสถิติทดสอบของฟรีดแมน

```
      SUBROUTINE FRIE( X, SRTR, FM)
      DIMENSION X(10,10),RX( 10,10) ,SRTR( 10)
      COMMON IX,NT,NB
      CALL RANK( X,RX)
      DO 11 I=1,NT
      SRTR(I)=0.0
   11 CONTINUE
      SRTR2=0.0
      DO 12 I=1,NT
      DO 13 J=1,NB
      SRTR(I)=SRTR( I)+RX( I,J)
   13 CONTINUE
      SRTR2=SRTR2+SRTR(I)**2.
   12 CONTINUE
      DIV=NB*NT*(NT+1.0)
      FM=(12.0/DIV)*SRTR2-3.0*NB*(NT +1.0)
      RETURN
      END
```

โปรแกรมย่อยสำหรับคำนวณค่าสถิติทดสอบของ เควด

```
      SUBROUTINE QUAD(X,SRANGX,S,Q,FQ)
      DIMENSION X(10,10),RX(10,10),SRANGX(10),SRANGY(10),S(10,10)
      DIMENSION SS(10),Q(10)
      COMMON IX,NT,NB
      CALL RANK(X,RX)
      I=1
      DO 21 J=1,NB
      XMAX=X(I,J)
      DO 22 II=2,NT
      IF(X(II,J).LE.XMAX) GOTO 22
      XMAX=X(II,J)
   22 CONTINUE
      XMIN=X(I,J)
      DO 23 III=2,NT
      IF(X(III,J).GE.XMIN) GOTO 23
      XMIN=X(III,J)
   23 CONTINUE
      SRANGX(J)=XMAX-XMIN
   21 CONTINUE
      DO 24 J=1,NB
   24 SRANGY(J)=SRANGX(J)
      DO 25 J=1,NB
      SMALL=0.0
      EQUAL=0.0
      DO 26 JJ=1,NB
      IF(SRANGY(JJ)-SRANGX(J)) 27,28,26
   27 SMALL=SMALL+1.0
      GOTO 26
   28 EQUAL=EQUAL+1.0
   26 CONTINUE
      IF(EQUAL.EQ.0.0) GOTO 30
      Q(J)=SMALL+(EQUAL+1.0)*0.5
      GOTO 25
   30 Q(J)=SMALL+1.0
   25 CONTINUE
      DO 31 J=1,NB
      DO 32 I=1,NT
      S(I,J)=Q(J)*(RX(I,J)-(NT+1.)/2.)
   32 CONTINUE
   31 CONTINUE
      DO 33 I=1,NT
      SS(I)=0.0
      DO 34 J=1,NB
      SS(I)=SS(I)+S(I,J)
   34 CONTINUE
   33 CONTINUE
      A=0.0
      BB=0.0
```

```
      DO 35 J=1,NB
      DO 36 I=1,NT
      A=A+S(I,J)**2
   36 CONTINUE
   35 CONTINUE
      DO 37 I=1,NT
      BB=BB+SS(I)**2
   37 CONTINUE
      B=BB/NB
      FQ=(NB-1)*B/(A-B)
      RETURN
      END.
```

โปรแกรมย่อยสำหรับคำนวณค่าสถิติทดสอบของโคโนเวอร์และไอแมน

```
      SUBROUTINE CONO(X,FCT,FCB)
      DIMENSION X(10,10),Y(10,10),RX(10,10)
      COMMON IX,NT,NB
      DO 81 I=1,NT
      DO 81 J=1,NB
   81 Y(I,J)=X(I,J)
      DO 83 J=1,NB
      DO 83 I=1,NT
      SMALL=0.0
      EQUAL=0.0
      DO 84 JJ=1,NB
      DO 84 II=1,NT
      IF(Y(II,JJ)-X(I,J)) 86,85,84
   86 SMALL=SMALL+1.0
      GOTO 84
   85 EQUAL=EQUAL+1.0
   84 CONTINUE
      IF(EQUAL.EQ.0.0) GOTO 87
      RX(I,J)=SMALL+(EQUAL+1.)*0.5
      GOTO 83
   87 RX(I,J)=SMALL+1.0
   83 CONTINUE
      CALL ANOVA(RX,FTR,FBK)
      FCT=FTR
      RETURN
      END
```

โปรแกรมย่อยสำหรับคำนวณหาค่าอันดับข้อมูลภายในบล็อคแต่ละบล็อค

```
      SUBROUTINE RANK(X,RX)
      DIMENSION X(10,10),RX(10,10),Z(10,10)
      COMMON IX,NT,NB
      DO 1 I=1,NT
      DO 1 J=1,NB
      Z(I,J)=X(I,J)
    1 CONTINUE
      DO 2 J=1,NB
      DO 3 I=1,NT
      SMALL=0.0
      EQUAL=0.0
      DO 5 II=1,NT
      IF(Z(II,J)-X(I,J)) 7,6,5
    7 SMALL=SMALL+1.0
      GO TO 5
    6 EQUAL=EQUAL+1.0
    5 CONTINUE
      IF(EQUAL.EQ.0.0) GOTO 8
      RX(I,J)=SMALL+(EQUAL+1.)*0.5
      GOTO 3
    8 RX(I,J)=SMALL+1.0
    3 CONTINUE
    2 CONTINUE
      RETURN
      END
```

โปรแกรมย่อยสำหรับสร้างตัวเลขสุ่มให้มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ

```
      SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,Y)
      IY=IX*65539
      IF(IY)17,18,18
   17 IY=IY+2147483647+1
   18 Y=IY
      Y=Y*.4656613E-9
      IX=IY
      RETURN
      END
```

โปรแกรมย่อยสำหรับสร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ

```
      SUBROUTINE NORMA(SMEAN,SD,ERR)
      COMMON IX,NT,NB
      A=0.0
      DO 333 L=1,12
      CALL RANDOM(IX,IY,Y)
  333 A=A+Y
      ERR=(A-6.0)*SD+SMEAN
      RETURN
      END
```

โปรแกรมย่อยสำหรับสร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบโลจิสติก

```
      SUBROUTINE LOGIST(ALPHA,BETA,ERR)
      COMMON IX,NT,NB
  101 CALL RANDOM(IX,IY,Y)
      IF(Y.LE.0.0) GOTO 101
      S=ALOG(Y)-ALOG(1.-Y)
      ERR=ALPHA+S*BETA
      RETURN
      END
```

โปรแกรมย่อยสำหรับสร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน

```
      SUBROUTINE SCALE(C,PC,SMEAN,SD,ERR)
      COMMON IX,NT,NB
      CSD=C*SD
      CALL RANDOM(IX,IY,Y)
      IF(Y-PC) 503,503,504
  503 CALL NORMA(SMEAN,CSD,ERR)
      GO TO 505
  504 CALL NORMA(SMEAN,SD,ERR)
  505 RETURN
      END
```

โปรแกรมย่อยสำหรับสร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล

```
      SUBROUTINE DOUBLE(ALPHA,BETA,ERR)
      COMMON IX,NT,NB
      CALL RANDOM(IX,IY,Y)
      PY=ALOG(2.)+ALOG(1.-Y)
      ERR=-1*BETA*PY
      RETURN
      END
```

TABLE 9 TABLE OF PROBABILITIES ASSOCIATED WITH VALUES AS LARGE AS OBSERVED VALUES OF x_r^2 IN THE FRIEDMAN TWO-WAY ANALYSIS OF VARIANCE BY RANKS*

Table N_I. $k = 3$

$N = 2$		$N = 3$		$N = 4$		$N = 5$	
x_r^2	p	x_r^2	p	x_r^2	p	x_r^2	p
0	1.000	000	1.000	.0	1.000	.0	1.000
1	833	667	944	.5	.931	.4	.954
3	.500	2 000	.528	1.5	.653	1.2	.691
4	.167	2.667	361	2.0	.431	1.6	.522
		4.667	.194	3.5	.273	2.8	.367
		6.000	.028	4.5	.125	3.6	.182
				6.0	.069	4.8	.124
				6.5	.042	5.2	.093
				8.0	.0046	6.4	.039
						7.6	.024
						8.4	.0085
						10.0	.00077

$N = 6$		$N = 7$		$N = 8$		$N = 9$	
x_r^2	p	x_r^2	p	x_r^2	p	x_r^2	p
00	1.000	000	1.000	.00	1.000	.000	1.000
.33	.956	286	.964	.25	.967	.222	.971
1.00	.740	857	768	.75	.794	.667	.814
1.33	.570	1 143	620	1.00	.654	.889	.865
2.33	.430	2.000	486	1.75	.531	1.556	.569
3.00	.252	2.571	.305	2.25	.355	2.000	.398
4.00	.184	3.429	.237	3.00	.285	2.667	.328
4.33	.142	3.714	.192	3.25	.236	2.889	.278
5.33	.072	4.571	.112	4.00	.149	3.556	.187
6.33	.052	5.429	.085	4.75	.120	4.222	.154
7.00	.029	6.000	.052	5.25	.079	4.667	.107
8.33	.012	7.143	.027	6.25	.047	5.556	.069
9.00	.0081	7.714	.021	6.75	.038	6.000	.057
9.33	.0055	8 000	.016	7.00	.030	6.222	.048
10.33	.0017	8.857	.0084	7.75	.018	6.889	.031
12.00	.00013	10 286	.0036	9.00	.0099	8.000	.019
		10.571	.0027	9.25	.0080	8.222	.016
		11.143	.0012	9.75	.0048	8.667	.010
		12.286	.00032	10.75	.0024	9.556	.0060
		14.000	.000021	12.00	.0011	10.667	.0035
				12.25	.00086	10.889	.0029
				13.00	.00026	11.556	.0013
				14.25	.000061	12.667	.00066
				16.00	.0000036	13.556	.00035
						14.000	.00020
						14.222	.000097
						14.889	.000054
						16.222	.000011
						18.000	.0000006

* Adapted from Friedman, M. 1937. The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *J. Amer. Statist. Ass.*, 32, 688–689, with the kind permission of the author and the publisher.

TABLE 9 TABLE OF PROBABILITIES ASSOCIATED WITH VALUES AS LARGE AS OBSERVED VALUES OF x_r^2 IN THE FRIEDMAN TWO-WAY ANALYSIS OF VARIANCE BY RANKS* (*Continued*)

Table N_{II}. $k = 4$

$N = 2$		$N = 3$		$N = 4$			
x_r^2	p	x_r^2	p	x_r^2	p	x_r^2	p
.0	1.000	.2	1.000	.0	1.000	5.7	.141
.6	.958	.6	.958	.3	.992	6.0	.105
1.2	.834	1.0	.910	.6	.928	6.3	.094
1.8	.792	1.8	.727	.9	.900	6.6	.077
2.4	.625	2.2	.608	1.2	.800	6.9	.068
3.0	.542	2.6	.524	1.5	.754	7.2	.054
3.6	.458	3.4	.446	1.8	.677	7.5	.052
4.2	.375	3.8	.342	2.1	.649	7.8	.036
4.8	.208	4.2	.300	2.4	.524	8.1	.033
5.4	.167	5.0	.207	2.7	.508	8.4	.019
6.0	.042	5.4	.175	3.0	.432	8.7	.014
		5.8	.148	3.3	.389	9.3	.012
		6.6	.075	3.6	.355	9.6	.0069
		7.0	.054	3.9	.324	9.9	.0062
		7.4	.033	4.5	.242	10.2	.0027
		8.2	.017	4.8	.200	10.8	.0016
		9.0	.0017	5.1	.190	11.1	.00094
				5.4	.158	12.0	.000072

* Adapted from Friedman, M. 1937. The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *J. Amer. Statist. Ass.*, 32, 688–689, with the kind permission of the author and the publisher.

k = จำนวนทรีทเมนต์

N = จำนวนแถวต.

ประวัติผู้เขียน

นางสาวเกษร วัฒนาชัยวณิช เกิดที่จังหวัดนนทบุรี ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติศาสตร์) จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เมื่อปีการศึกษา 2527 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2529